

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08264766  
PUBLICATION DATE : 11-10-96

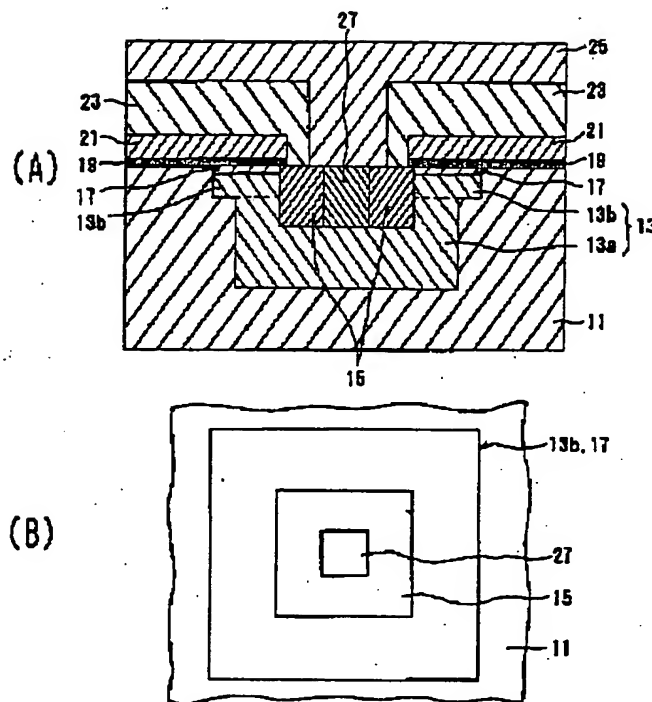
APPLICATION DATE : 27-03-95  
APPLICATION NUMBER : 07067520

APPLICANT : OKI ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : AKIYAMA YUTAKA;

INT.CL. : H01L 29/78

TITLE : FIELD-EFFECT TRANSISTOR AND ITS  
MANUFACTURE



**ABSTRACT :** **PURPOSE:** To reduce the degree that the periphery of the end portion of a second conductivity type diffusion region may turn into a first conductivity type diffusion region, as compared with the conventional case, by forming the second conductivity type diffusion region and the first conductivity diffusion region constituting a channel part, in the manner in which the respective transversal ends almost coincide with each other.

**CONSTITUTION:** A P-type diffusion region 13 is constituted of a first P-type diffusion region 13a and a second P-type diffusion region 13b deeper than an N-type diffusion region 17 which is formed on the surface layer part of the region 13a and constitutes a channel part 17. These diffusion regions 13b, 17 are formed on the substrate 11 in the following manner; the end portion in the transversal direction of the P-type diffusion region 13, i.e., the end portion in the transversal direction of the second P-type diffusion region 13b coincides with the end portion in the transversal direction of the N<sup>+</sup> type diffusion region 17 constituting the channel part. Thereby the degree that the periphery of the end portion of the second conductivity type diffusion region turns to the first conductivity type diffusion region of high concentration is reduced, so that electric field concentration of the second conductivity type region is relieved.

**COPYRIGHT:** (C)1996,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-264766

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 29/78

識別記号

庁内整理番号

9055-4M

F I

H 0 1 L 29/78

技術表示箇所

6 5 2 B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-67520

(22) 出願日 平成7年(1995)3月27日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 古田 建一

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72) 発明者 秋山 豊

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

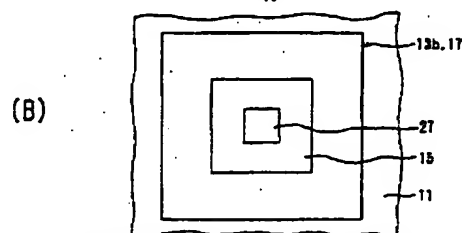
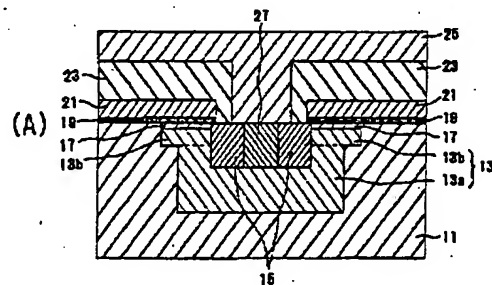
(74) 代理人 弁理士 大垣 孝

(54) 【発明の名称】 電界効果トランジスタおよびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 耐圧が従来より高い拡散型のかつデプリーション型の電界効果トランジスタを提供する。

【構成】  $N^+$  型シリコン基板11と、該基板11の一部に形成されたP型拡散領域13と、該P型拡散領域13の一部表面から該領域より浅い深さで形成されたソースコンタクト用の $N^+$  型拡散領域15と、前記P型拡散領域13の、前記ソースコンタクト用の $N^+$  型拡散領域15が形成された部分以外の部分の表層部に形成されチャンネル部を構成する $N^+$  型拡散領域17と、該 $N^+$  型拡散領域17上に形成されたゲート絶縁膜19と、を具えたデプリーション型の電界効果トランジスタにおいて、P型拡散領域13および $N^+$  型拡散領域17のおおの横方向の終端が略一致の状態となるように、これら拡散領域13, 17 を具える。



11 : 第1導電型の半導体基板 ( $N^+$  型シリコン基板)  
13 : 第2導電型の拡散領域 (P型拡散領域)  
13a : 第1の第2導電型の拡散領域  
13b : 第2の第2導電型の拡散領域  
15 : 高濃度の第1導電型の拡散領域  
(ソースコンタクト用の $N^+$  型拡散領域)  
16 : チャンネル部を構成する第1導電型の拡散領域 ( $N^+$  型拡散領域)  
17 : ゲート絶縁膜 21 : ゲート電極  
23 : 中間絶縁膜 25 : 配線 (ソース電極)  
27 : 高濃度の第2導電型の拡散領域  
(ソースコンタクト用のP型拡散領域)  
図1の実施例の説明図

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1導電型の半導体下地と、該下地の一部に形成された第2導電型の拡散領域と、該第2導電型の拡散領域の一部表面から該領域より浅い深さで形成された高濃度の第1導電型の拡散領域と、前記第2導電型の拡散領域の、前記高濃度の第1導電型の拡散領域が形成された部分以外の部分の表層部の少なくとも一部に形成されチャネル部を構成する第1導電型の拡散領域と、該第1導電型の拡散領域上に形成されたゲート絶縁膜と、を具えたデプリーション型の電界効果トランジスタにおいて、

前記第2導電型の拡散領域およびチャネル部を構成する前記第1導電型の拡散領域おのおのの横方向の終端が略一致の状態となるように、これら拡散領域を具えたことを特徴とする電界効果トランジスタ。

【請求項2】 請求項1に記載の電界効果トランジスタにおいて、

前記略一致の範囲を、前記第2導電型の拡散領域の横方向の終端に対しチャネル部を構成する前記第1導電型の拡散領域の終端が一致している状態から1 $\mu$ m張り出した状態までの範囲としたことを特徴とする電界効果トランジスタ。

【請求項3】 請求項1または2に記載の電界効果トランジスタにおいて、

前記第2導電型の拡散領域を、第1の第2導電型の拡散領域と、該第1の第2導電型の拡散領域の表層部に形成されかつ前記チャネル部を構成する第1導電型の拡散領域よりは深い深さの第2の第2導電型の拡散領域とで構成してあることを特徴とする電界効果トランジスタ。

【請求項4】 第1導電型の半導体下地と、該下地の一部に形成された第2導電型の拡散領域と、該第2導電型の拡散領域の一部表面から該領域より浅い深さで形成された高濃度の第1導電型の拡散領域と、前記第2導電型の拡散領域の、前記高濃度の第1導電型の拡散領域が形成された部分以外の部分の表層部の少なくとも一部に形成されチャネル部を構成する第1導電型の拡散領域と、該第1導電型の拡散領域上に形成されたゲート絶縁膜と、を具えたデプリーション型の電界効果トランジスタを製造するに当たり、

第1導電型の半導体下地上に、該下地の第2導電型の拡散領域を形成する予定領域に当たる部分を露出する開口部を有した拡散マスクを、形成する工程と、

該拡散マスクの形成の済んだ第1導電型の半導体下地に第2導電型の拡散領域を形成するための不純物を導入する工程と、

該不純物を導入する工程を終えた後、前記拡散マスクに対しその開口部の開口寸法が所定寸法広がるようにエッチング処理する工程と、

該エッチング処理の済んだ拡散マスクを有した状態の半導体下地に、チャネル部を構成する第1導電型の拡散領

域を形成するための不純物を導入する工程とを含むことを特徴とする電界効果トランジスタの製造方法。

【請求項5】 請求項4に記載の電界効果トランジスタの製造方法において、

前記第2導電型の拡散領域を形成するための不純物の導入は、該不純物を前記下地の深い深さにまで導入する第1の工程と前記下地の表層部に導入する第2の工程とをこの順に実施することにより行うことを特徴とする電界効果トランジスタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、VD (Vertical Diffusion: 縦拡散) MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) に代表される拡散型の電界効果トランジスタでかつデプリーション型の電界効果トランジスタの構造およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 拡散型の電界効果トランジスタが例えば高耐圧用の素子として注目されている (例えば文献1: 電子技術1989-6第18~20頁)。このような拡散型の電界効果トランジスタにも、デプリーション型およびエンハンスメント型おのおのがあり (上記文献1の第29~31頁)、これらは用途に応じ使い分けられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 拡散型のかつデプリーション型の電界効果トランジスタの一例として、例えば図9(A)の断面図および、拡散領域の位置関係に着目して示した図9(B)の要部平面図にそれぞれ示した構造を有したものが、考えられる。すなわち、第1導電型の半導体下地としてのN<sup>-</sup>型シリコン基板11と、この基板11の一部に形成された第2導電型の拡散領域としてのP型拡散領域13と、このP型拡散領域13の一部表面からこの領域13より浅い深さで形成された高濃度の第1導電型の拡散領域としてのソースコンタクト用のN<sup>+</sup>型拡散領域15と、P型拡散領域13の、前記ソースコンタクト用のN<sup>+</sup>型の拡散領域15が形成された部分以外の部分の表層部の少なくとも一部 (この例では全部) に形成されチャネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17と、該N<sup>+</sup>型拡散領域17上に形成されたゲート絶縁膜19と、を具えた電界効果トランジスタである。なお、図9において、21はゲート電極、23は中間絶縁膜、25は配線この例ではソース電極、27は主にソースコンタクト抵抗の低減および耐圧向上のために設けたP<sup>+</sup>型の拡散領域をそれぞれ示す。

【0004】 この図9を用いて説明した電界効果トランジスタでは、チャネル部を構成しているN<sup>+</sup>型拡散領域17の横方向の張り出しがP型拡散領域13のそれより少ないと、図10(A)に示した様に、チャネル部の一

部にP層が含まれることとなるため(図10(A)中Sで示した部分参照)、ゲート電極21に所定の正の値以上の電圧をかけないとソース・ドレイン間に電流が流れなくなってしまう(すなわち、エンハンスメント型のVDMOSFETになってしまう)。そこで、これを防止するため、図9および図10(B)にそれぞれ示した様に、チャンネル部を構成しているN<sup>+</sup>型拡散領域17の横方向の張り出しがP型拡散領域13のそれより大きくなるようにしている。一般には、マスクルールの点から、チャンネル部を構成しているN型拡散領域17の横方向の10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040 1041 1042 1043 1044 1045 1046 1047 1048 1049 1050 1051 1052 1053 1054 1055 1056 1057 1058 1059 1060 1061 1062 1063 1064 1065 1066 1067 1068 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1076 1077 1078 1079 1080 1081 1082 1083 1084 1085 1086 1087 1088 1089 1090 1091 1092 1093 1094 1095 1096 1097 1098 1099 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106 1107 1108 1109 1110 1111 1112 1113 1114 1115 1116 1117 1118 1119 1120 1121 1122 1123 1124 1125 1126 1127 1128 1129 1130 1131 1132 1133 1134 1135 1136 1137 1138 1139 1140 1141 1142 1143 1144 1145 1146 1147 1148 1149 1150 1151 1152 1153 1154 1155 1156 1157 1158 1159 1160 1161 1162 1163 1164 1165 1166 1167 1168 1169 1170 1171 1172 1173 1174 1175 1176 1177 1178 1179 1180 1181 1182 1183 1184 1185 1186 1187 1188 1189 1190 1191 1192 1193 1194 1195 1196 1197 1198 1199 1200 1201 1202 1203 1204 1205 1206 1207 1208 1209 1210 1211 1212 1213 1214 1215 1216 1217 1218 1219 1220 1221 1222 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1231 1232 1233 1234 1235 1236 1237 1238 1239 1240 1241 1242 1243 1244 1245 1246 1247 1248 1249 1250 1251 1252 1253 1254 1255 1256 1257 1258 1259 1260 1261 1262 1263 1264 1265 1266 1267 1268 1269 1270 1271 1272 1273 1274 1275 1276 1277 1278 1279 1280 1281 1282 1283 1284 1285 1286 1287 1288 1289 1290 1291 1292 1293 1294 1295 1296 1297 1298 1299 1300 1301 1302 1303 1304 1305 1306 1307 1308 1309 1310 1311 1312 1313 1314 1315 1316 1317 1318 1319 1320 1321 1322 1323 1324 1325 1326 1327 1328 1329 1330 1331 1332 1333 1334 1335 1336 1337 1338 1339 1340 1341 1342 1343 1344 1345 1346 1347 1348 1349 1350 1351 1352 1353 1354 1355 1356 1357 1358 1359 1360 1361 1362 1363 1364 1365 1366 1367 1368 1369 1370 1371 1372 1373 1374 1375 1376 1377 1378 1379 1380 1381 1382 1383 1384 1385 1386 1387 1388 1389 1390 1391 1392 1393 1394 1395 1396 1397 1398 1399 1400 1401 1402 1403 1404 1405 1406 1407 1408 1409 1410 1411 1412 1413 1414 1415 1416 1417 1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444 1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453 1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462 1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471 1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480 1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489 1490 1491 1492 1493 1494 1495 1496 1497 1498 1499 1500 1501 1502 1503 1504 1505 1506 1507 1508 1509 1510 1511 1512 1513 1514 1515 1516 1517 1518 1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527 1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536 1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545 1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554 1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563 1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572 1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581 1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590 1591 1592 1593 1594 1595 1596 1597 1598 1599 1600 1601 1602 1603 1604 1605 1606 1607 1608 1609 1610 1611 1612 1613 1614 1615 1616 1617 1618 1619 1620 1621 1622 1623 1624 1625 1626 1627 1628 1629 1630 1631 1632 1633 1634 1635 1636 1637 1638 1639 1640 1641 1642 1643 1644 1645 1646 1647 1648 1649 1650 1651 1652 1653 1654 1655 1656 1657 1658 1659 1660 1661 1662 1663 1664 1665 1666 1667 1668 1669 1670 1671 1672 1673 1674 1675 1676 1677 1678 1679 1680 1681 1682 1683 1684 1685 1686 1687 1688 1689 1690 1691 1692 1693 1694 1695 1696 1697 1698 1699 1700 1701 1702 1703 1704 1705 1706 1707 1708 1709 1710 1711 1712 1713 1714 1715 1716 1717 1718 1719 1720 1721 1722 1723 1724 1725 1726 1727 1728 1729 1730 1731 1732 1733 1734 1735 1736 1737 1738 1739 1740 1741 1742 1743 1744 1745 1746 1747 1748 1749 1750 1751 1752 1753 1754 1755 1756 1757 1758 1759 1760 1761 1762 1763 1764 1765 1766 1767 1768 1769 1770 1771 1772 1773 1774 1775 1776 1777 1778 1779 1780 1781 1782 1783 1784 1785 1786 1787 1788 1789 1790 1791 1792 1793 1794 1795 1796 1797 1798 1799 1800 1801 1802 1803 1804 1805 1806 1807 1808 1809 1810 1811 1812 1813 1814 1815 1816 1817 1818 1819 1820 1821 1822 1823 1824 1825 1826 1827 1828 1829 1830 1831 1832 1833 1834 1835 1836 1837 1838 1839 1840 1841 1842 1843 1844 1845 1846 1847 1848 1849 1850 1851 1852 1853 1854 1855 1856 1857 1858 1859 1860 1861 1862 1863 1864 1865 1866 1867 1868 1869 1870 1871 1872 1873 1874 1875 1876 1877 1878 1879 1880 1881 1882 1883 1884 1885 1886 1887 1888 1889 1890 1891 1892 1893 1894 1895 1896 1897 1898 1899 1900 1901 1902 1903 1904 1905 1906 1907 1908 1909 1910 1911 1912 1913 1914 1915 1916 1917 1918 1919 1920 1921 1922 1923 1924 1925 1926 1927 1928 1929 1930 1931 1932 1933 1934 1935 1936 1937 1938 1939 1940 1941 1942 1943 1944 1945 1946 1947 1948 1949 1950 1951 1952 1953 1954 1955 1956 1957 1958 1959 1960 1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2040 2041 2042 2043 2044 2045 2046 2047 2048 2049 2050 2051 2052 2053 2054 2055 2056 2057 2058 2059 2060 2061 2062 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2069 2070 2071 2072 2073 2074 2075 2076 2077 2078 2079 2080 2081 2082 2083 2084 2085 2086 2087 2088 2089 2090 2091 2092 2093 2094 2095 2096 2097 2098 2099 2100 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2108 2109 2110 2111 2112 2113 2114 2115 2116 2117 2118 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2126 2127 2128 2129 2130 2131 2132 2133 2134 2135 2136 2137 2138 2139 2140 2141 2142 2143 2144 2145 2146 2147 2148 2149 2150 2151 2152 2153 2154 2155 2156 2157 2158 2159 2160 2161 2162 2163 2164 2165 2166 2167 2168 2169 2170 2171 2172 2173 2174 2175 2176 2177 2178 2179 2180 2181 2182 2183 2184 2185 2186 2187 2188 2189 2190 2191 2192 2193 2194 2195 2196 2197 2198 2199 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206 2207 2208 2209 2210 2211 2212 2213 2214 2215 2216 2217 2218 2219 2220 2221 2222 2223 2224 2225 2226 2227 2228 2229 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2237 2238 2239 2240 2241 2242 2243 2244 2245 2246 2247 2248 2249 2250 2251 2252 2253 2254 2255 2256 2257 2258 2259 2260 2261 2262 2263 2264 2265 2266 2267 2268 2269 2270 2271 2272 2273 2274 2275 2276 2277 2278 2279 2280 2281 2282 2283 2284 2285 2286 2287 2288 2289 2290 2291 2292 2293 2294 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2301 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2311 2312 2313 2314 2315 2316 2317 2318 2319 2320 2321 2322 2323 2324 2325 2326 2327 2328 2329 2330 2331 2332 2333 2334 2335 2336 2337 2338 2339 2340 2341 2342 2343 2344 2345 2346 2347 2348 2349 2350 2351 2352 2353 2354 2355 2356 2357 2358 2359 2360 2361 2362 2363 2364 2365 2366 2367 2368 2369 2370 2371 2372 2373 2374 2375 2376 2377 2378 2379 2380 2381 2382 2383 2384 2385 2386 2387 2388 2389 2390 2391 2392 2393 2394 2395 2396 2397 2398 2399 2400 2401 2402 2403 2404 2405 2406 2407 2408 2409 2410 2411 2412 2413 2414 2415 2416 2417 2418 2419 2420 2421 2422 2423 2424 2425 2426 2427 2428 2429 2430 2431 2432 2433 2434 2435 2436 2437 2438 2439 2440 2441 2442 2443 2444 2445 2446 2447 2448 2449 2450 2451 2452 2453 2454 2455 2456 2457 2458 2459 2460 2461 2462 2463 2464 2465 2466 2467 2468 2469 2470 2471 2472 2473 2474 2475 2476 2477 2478 2479 2480 2481 2482 2483 2484 2485 2486 2487 2488 2489 2490 2491 2492 2493 2494 2495 2496 2497 2498 2499 2500 2501 2502 2503 2504 2505 2506 2507 2508 2509 2510 2511 2512 2513 2514 2515 2516 2517 2518 2519 2520 2521 2522 2523 2524 2525 2526 2527 2528 2529 2530 2531 2532 2533 2534 2535 2536 2537 2538 2539 2540 2541 2542 2543 2544 2545 2546 2547 2548 2549 2550 2551 2552 2553 2554 2555 2556 2557 2558 2559 2560 2561 2562 2563 2564 2565 2566 2567 2568 2569 2570 2571 2572 2573 2574 2575 2576 2577 2578 2579 2580 2581 2582 2583 2584 2585 2586 2587 2588 2589 2590 2591 2592 2593 2594 2595 2596 2597 2598 2599 2600 2601 2602 2603 2604 2605 2606 2607 2608 2609 2610 2611 2612 2613 2614 2615 2616 2617 2618 2619 2620 2621 2622 2623 2624 2625 2626 2627 2628 2629 2630 2631 2632 2633 2634 2635 2636 2637 2638 2639 2640 2641 2642 2643 264

P型拡散領域13の横方向の終端この場合はP型拡散領域13のうちの第2のP型拡散領域13bの横方向の終端と、チャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17の横方向の終端とが略一致の状態となるように、これら拡散領域13b、17を基板11に具えている。なお、図1において、21はゲート電極、23は中間絶縁膜、25は配線この場合はソース電極、27は主にソースコンタクト抵抗の低減および耐圧向上のために設けたP<sup>+</sup>型の拡散領域をそれぞれ示す。

【0013】次に、この第1の実施例の電界効果トランジスタにおいて、第2のP型拡散領域13bの横方向の終端と、チャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17の横方向の終端とを略一致させる範囲をどの程度とするのが良いかについて説明する。このため、第2のP型拡散領域13bの横方向の終端に対しチャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17の横方向の終端の張り出し寸法を両終端が一致している状態から4 $\mu$ m程度まで徐々に違えた（詳細には上記張り出し寸法を、0、0.5、0.8、1、2、3、4 $\mu$ mとそれぞれ違えた）こと以外は同様にして、複数の実験用の電界効果トランジスタをそれぞれ作製し、それぞれでの耐圧を測定する。なお、実験においては、N<sup>+</sup>型のシリコン基板11としてN型不純物濃度が $3.0 \times 10^{15}$  ions/cm<sup>3</sup>以下のもの、ここでは $2 \times 10^{14}$  ions/cm<sup>3</sup>のものをを用いる。また、耐圧は、ゲート電極21（図10参照）にマイナスの電位、ドレイン（N<sup>+</sup>型シリコン基板11）にプラスの電位をそれぞれかけた状態で印加電圧を可変してゆくことで測定する。

【0014】図2は、上記張り出し寸法を横軸にとり、上記耐圧を縦軸にとって両者の関係を示した特性図である。この図2から理解出来る様に、第2のP型拡散領域13bの横方向の終端に対しチャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17の横方向の終端の張り出し寸法を1 $\mu$ m以内にすると、耐圧を向上し得る効果が顕著になることが分かる。一方、第2のP型拡散領域13bの横方向の終端がチャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17の横方向の終端より張り出した場合は、図10（A）を用いて既に説明した様に、素子自体がエンハンスメント型の電界効果トランジスタとして動作してしまう危険が高い。これらの点から、この実施例の場合、第2のP型拡散領域13bの横方向の終端に対しチャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17の横方向の終端が一致している状態から1 $\mu$ m張り出した状態までの範囲となるように、第2のP型拡散領域13bおよびN<sup>+</sup>型拡散領域17それぞれを基板11に具えるのが良いことが分かる。

【0015】また、P型拡散領域13を第1のP型拡散領域13aおよび第2のP型拡散領域13bの2つの領域で構成している理由は次のようなことである。拡散深さが深いP型領域13を1度に形成しようとする表層部の特に終端の濃度プロファイルが不明確になり易くなる

ためチャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17とP型領域13との関係を明確にできなくなる。これに対し、この実施例のように、P型拡散領域13を第1および第2のP型拡散領域13a、13bで構成すると、P型拡散領域13の表層部での濃度プロファイルは第2のP型拡散領域13bによって明確にできるので、好ましい。

【0016】この第1実施例の電界効果トランジスタでは、ゲート電極21に電圧をかけないか、正の電圧をかけるかまたはしきい値以上の負の電圧をかけるかし、かつ、ドレインとしてのN<sup>+</sup>シリコン基板11に正の電圧をかけたとき、図3（A）に示した様に、N<sup>+</sup>シリコン基板21、チャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17、N<sup>+</sup>型拡散領域15およびソース電極25で構成される経路を、電流Iが流れる。一方、ゲート電極21にしきい値以上の負の電圧をかけたとき、図3（B）に示した様に、ゲート電極21下に存在していたN<sup>+</sup>型拡散領域は反転してしまいP型領域となってしまうので、ドレインからソースに電流が流れなくなる。

【0017】1-2. 構造の第2の実施例

上述の第1の実施例ではドレイン領域がN<sup>+</sup>型シリコン基板11の下部部分に存在する例を説明したが、ドレイン領域が、N<sup>+</sup>型シリコン基板11のチャンネル部より少し離れた表面部分に存在する電界効果トランジスタに対してもこの第一発明は適用出来る。図4はその構造例を示した断面図である。N<sup>+</sup>型シリコン基板11の、チャンネル部より少し離れた表面部分にドレイン領域31を具え、該ドレイン領域31上にドレイン電極33を具えた例を示している。平面図を省略するが、この場合のドレイン領域31は、P型拡散領域13を取り囲むように基板11に設けてある。

【0018】1-3. 構造の第3の実施例

上述の第1の実施例では、P型拡散領域13の、ソースコンタクト用のN<sup>+</sup>型拡散領域15が形成された部分以外の部分の表層部の全部にチャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17を具えた例を説明したが、当該表層部の一部分にチャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型拡散領域17を具えた構造に対しても、この第一発明は適用出来る。図5はその説明に供する平面図および断面図である。特に平面図は、各拡散領域の位置関係に着目して示した要部の図としてある。この第3の実施例では、P型拡散領域13、ソースコンタクト用のN<sup>+</sup>型拡散領域15およびP<sup>+</sup>型拡散領域27、ゲート絶縁膜19およびゲート電極21で構成される部分それぞれを、N<sup>+</sup>型シリコン基板11に、口の字状に設けてある（特に平面図参照）。そして、チャンネル部を構成するN<sup>+</sup>型の拡散領域17は内側に位置している第2のP型拡散領域13b上のみ設けてある（特に断面図参照）。

【0019】2. 製造方法の説明

次に、第二発明としての電界効果トランジスタの製造方法の実施例について、図6～図8を参照して説明する。

ここで、図6～図8は、実施例の製造工程中の主な工程での試料の様子を図1と同様な位置での断面図によって示した工程図である。

【0020】まず、第1導電型の半導体下地として、N型のシリコン基板11であって例えばN型の不純物濃度が $3.0 \times 10^{16} \text{ ions/cm}^3$ 以下の基板、例えばここでは $2 \times 10^{14} \text{ ions/cm}^3$ の基板を用意する。次に、この基板11上に、該基板11のP型拡散領域13を形成する予定領域に当たる部分を露出する開口部41aを有した拡散マスク41を形成する(図6(A))。この拡散マスク41の形成をこの実施例では次の手順で行なう。まず、基板11の表面に例えば熱酸化法により厚さが例えば少なくとも300nmの酸化膜(シリコン酸化膜)を成長させる。次に、この酸化膜に、基板11の、P型拡散領域13を形成する予定領域に当たる部分を露出する開口部41aを公知のフォトリソグラフィ技術およびエッチング技術により形成する。これにより、上記拡散マスク41を得る。

【0021】拡散マスク41の形成の済んだ基板11にP型拡散領域13を形成するための不純物を導入する。これをこの実施例では次の手順で行なう。まず、基板11表面に拡散制御用膜として膜厚が10～100nm程度の酸化膜(図示せず)を形成する。次に、拡散マスク41の開口より狭い開口を有した例えばレジストパターン43をマスクとして、基板11に例えば $5.0 \times 10^{12} \sim 2.0 \times 10^{14} \text{ ions/cm}^2$ のドーズ量で例えばボロンをインプラする。次に、レジストパターンを除去した後、この試料に対しアニールを例えば900～1200℃の温度範囲の好適な温度でかつ例えば30～240分の範囲の好適な時間実施して、第1のP型拡散領域13aを形成する(図6(B))。次に、この試料の表面に拡散制御用膜として膜厚が10～100nm程度の酸化膜(図示せず)を再び形成する。次に、拡散マスク41をマスクとして、この試料に例えば $1.0 \times 10^{13} \sim 2.0 \times 10^{14} \text{ ions/cm}^2$ のドーズ量で例えばボロンをインプラする。次に、この試料に対しアニールを例えば900～1200℃の温度範囲の好適な温度でかつ例えば30～240分の範囲の好適な時間実施して、第2のP型拡散領域13bを形成する。これにより、第1のP型拡散領域13aと第2のP型拡散領域13bとで構成された、P型拡散領域13が得られる(図6(C))。P型拡散領域13の形成を上述のように第1および第2のP型拡散領域13a、13bに分けて行なうと、表層部においても濃度プロファイルが鮮明なP型拡散領域13が得られ易い。

【0022】P型拡散領域13の形成が済んだ後に、拡散マスク41に対しその開口部41aの開口寸法が所定寸法広がるようにエッチング処理する。このためこの実施例では、拡散マスク41の開口部41aが各方向において所定寸法広がる様に、拡散マスク41をフッ酸を用

いたエッチング液によりエッチングする。この所定寸法とは、P型拡散領域13の表層部にこれから形成するチャネル部用のN<sup>+</sup>型の拡散領域の横方向の終端が、第2のP型拡散領域13bの横方向の終端に対し1μm以内で張り出すことができる拡散マスクとなり得る寸法であり、例えば1.4μm程度であることができる。濃度および温度の管理されたフッ酸系のエッチング液では、シリコン酸化膜を50nm/分の精度で再現性良くエッチングすることが可能であるので、拡散マスク41の開口部41aを上述のように所定寸法制御良く広げることは可能である。もちろん、エッチング手段は他の好適な方法であっても良い。上記エッチング処理の済んだ拡散マスク41を、以下図において41xとして示す。

【0023】エッチング処理の済んだ拡散マスク41xを有した状態の試料に、今度は、チャネル部を構成する第1導電型の拡散領域を形成する。これをこの実施例では次の手順により行なう。まず、エッチング処理の済んだ拡散マスク41xを有した試料の表面に拡散制御用膜として膜厚が10～100nm程度の酸化膜(図示せず)を再び形成する。次に、エッチング処理の済んだ拡散マスク41xをマスクとして、この試料に例えば $5.0 \times 10^{12} \sim 2.0 \times 10^{14} \text{ ions/cm}^2$ のドーズ量で例えばリンをインプラする。次に、この試料に対しアニールを例えば900～1200℃の温度範囲の好適な温度でかつ例えば30～240分の範囲の好適な時間実施して、チャネル部を構成する第1導電型の拡散領域としてのN<sup>+</sup>型拡散領域17を形成する(図7(A))。エッチング処理の済んだ拡散マスク41xは、拡散マスク41の開口部41aを所定寸法広げたものである(セルフアライン的に形成されたもの)であるので、N<sup>+</sup>型拡散領域17は、その横方向の終端が第2のP型拡散領域13bの横方向の終端に対し略一致の位置関係となって形成される。このため、P型拡散領域13の端部の周囲に高濃度のN型部分が存在する程度を従来より少なく出来るから、電界集中を従来より軽減できる。この結果、耐圧が改善された電界効果トランジスタを再現良く製造出来る。

【0024】その後、公知のフォトリソグラフィ技術およびイオン注入技術により、ソースコンタクト用のN<sup>+</sup>型拡散領域15およびP<sup>+</sup>型拡散領域27を、形成する(図7(B))。次に、公知の成膜技術および微細加工技術により、ゲート絶縁膜19およびゲート電極21をそれぞれ形成する(図8(A))。次に、公知の成膜技術および微細加工技術により中間絶縁膜23とコンタクトホール23aとを形成し、その後、配線(ソース電極)25を形成する(図8(B))。ゲート電極21は例えばポリシリコンにより、また、配線は例えばアルミニウムにより形成出来る。

【0025】上述においては、この出願の電界効果トランジスタの構造および製造方法の実施例についてそれぞ



れ説明したが、これら発明は上述の実施例に限られない。

【0026】例えば、上述の各実施例では、Nチャネル型の電界効果トランジスタの例を示したが、第一および第二発明いずれもPチャネル型の電界効果トランジスタに対し適用できる。その場合は、実施例の構成において導電型をすべて反対導電型とすれば良い。

【0027】また、上述の製造方法の実施例では、拡散マスク41の開口部41aを全方向において所定寸法広げる例を示した。これは、第2のP型拡散領域13bの、ソースコンタクト用の高濃度拡散領域25、27を形成した領域以外の表層部全部にチャネル部を形成する例を考えたからであった。しかし、第2のP型拡散領域13bの表層部の一部にチャネル部を形成する場合（例えば図5に示した例のような場合）は、必要な方向の寸法のみを広げるようにするのみで良い。また、その際は、チャネル部形成のインブラにおいて第2のP型拡散領域13bの一部をマスクするのが良い。

【0028】また、上述の製造方法の実施例ではインブラの際に拡散制御膜を用いる例を示しているがインブラの際のドーパ量やアニール条件を工夫することにより拡散制御膜を用いなくて各拡散領域を形成することも可能である。

【0029】また、上述の製造方法の実施例では拡散マスク41の形成材料として成長させた酸化膜を用いる例を示した。しかし、堆積させた酸化膜、成長させた窒化膜、堆積させた窒化膜、成長させたシリコンオキシナイトライド（酸化窒化膜）、または、堆積させたシリコンオキシナイトライドを拡散マスク形成材料として用いても良い。

【0030】

【発明の効果】上述した説明から明らかなように、この出願の第一発明の電界効果トランジスタによれば、第2導電型の拡散領域およびチャネル部を構成する第1導電型の拡散領域おのおのの横方向の端が略一致の関係となるように、これら拡散領域を具えたので、第2導電型の拡散領域の端部の周囲が高濃度の第1導電型拡散領域となる程度が従来より軽減されるから、第2導電型の拡散領域の端部での電界集中が従来より緩和される。これがため、従来より耐圧の優れた拡散型のかつデプリーション型の電界効果トランジスタを提供出来る。

【0031】また、この出願の第二発明の電界効果トランジスタの製造方法によれば、第2導電型の拡散領域を形成する際に用いた拡散マスク自体の開口部をエッチングによって所定寸法広げた拡散マスクを、チャネル部を

構成する第1導電型の拡散領域形成時の拡散マスクとして利用する。従って、チャネル部を構成する第1導電型の拡散領域を第2導電型の拡散領域に対し所定の大きさ関係でかつセルフアライン的に形成出来るので、第2導電型の拡散領域およびチャネル部を構成する第1導電型の拡散領域おのおのの横方向の端が略一致の関係となった電界効果トランジスタを簡易に提供出来る。これがため、従来より耐圧の優れた拡散型のかつデプリーション型の電界効果トランジスタを再現性良くかつ安価に製造し得る方法を提供出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】第一発明の第1の実施例の説明図である。

【図2】第一発明の説明図であり、チャネル部の張り出し寸法と耐圧との関係を示した図である。

【図3】第一発明の第1の実施例のFETの動作説明図である。

【図4】第一発明の第2の実施例の説明図である。

【図5】第一発明の第3の実施例の説明図である。

【図6】（A）～（C）は、製造方法の実施例の説明に供する工程図である。

【図7】（A）および（B）は、製造方法の実施例の説明に供する図6に続く工程図である。

【図8】（A）および（B）は、製造方法の実施例の説明に供する図7に続く工程図である。

【図9】課題の説明図（その1）である。

【図10】課題の説明図（その2）である。

【図11】課題の説明図（その3）である。

【符号の説明】

11：第1導電型の半導体下地（N<sup>-</sup>型シリコン基板）

13：第2導電型の拡散領域（P型拡散領域）

13a：第1の第2導電型の拡散領域

13b：第2の第2導電型の拡散領域

15：高濃度の第1導電型の拡散領域（ソースコンタクト用のN<sup>+</sup>型拡散領域）

17：チャネル部を構成する第1導電型の拡散領域（N<sup>+</sup>型拡散領域）

19：ゲート絶縁膜

21：ゲート電極

23：中間絶縁膜

25：配線（ソース電極）

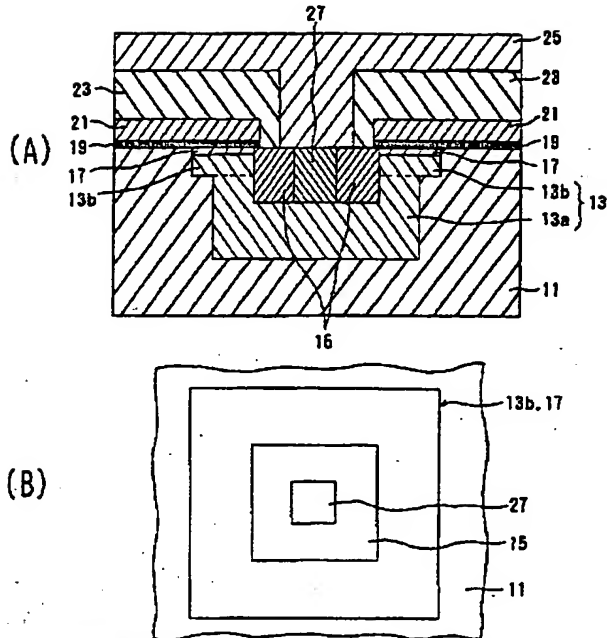
27：高濃度の第2導電型の拡散領域（ソースコンタクト用のP<sup>+</sup>型拡散領域）

41：拡散マスク

41x：エッチング処理の済んだ拡散マスク



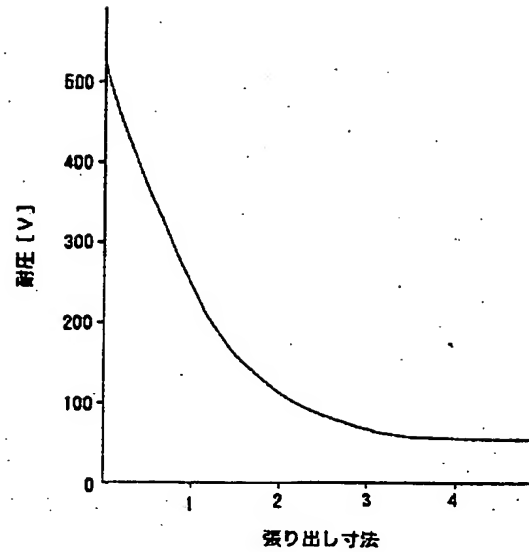
【図1】



- 11 : 第1導電型の半導体下地 (N<sup>-</sup>型シリコン基板)  
 13 : 第2導電型の拡散領域 (P型拡散領域)  
 13a : 第1の第2導電型の拡散領域  
 13b : 第2の第2導電型の拡散領域  
 15 : 高濃度の第1導電型の拡散領域  
 (ソースコンタクト用のN<sup>+</sup>型拡散領域)  
 17 : チャネル部を構成する第1導電型の拡散領域 (N<sup>+</sup>型拡散領域)  
 18 : ゲート絶縁膜 21 : ゲート電極  
 23 : 中間絶縁膜 25 : 配線 (ソース電極)  
 27 : 高濃度の第2導電型の拡散領域  
 (ソースコンタクト用のP<sup>+</sup>型拡散領域)

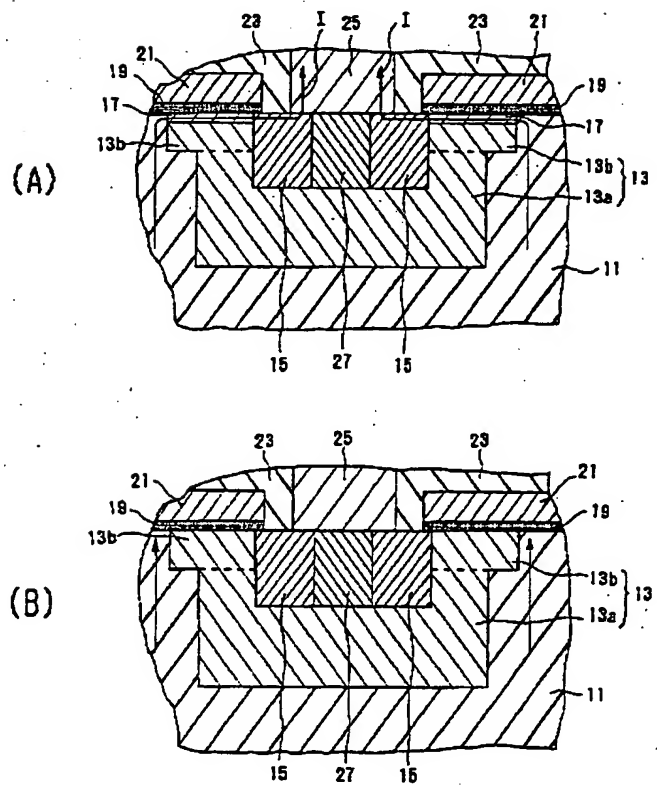
第1の実施例の説明図

【図2】



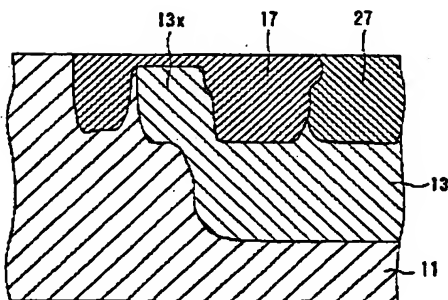
チャネル部の張り出し寸法と耐圧との関係図

【図3】



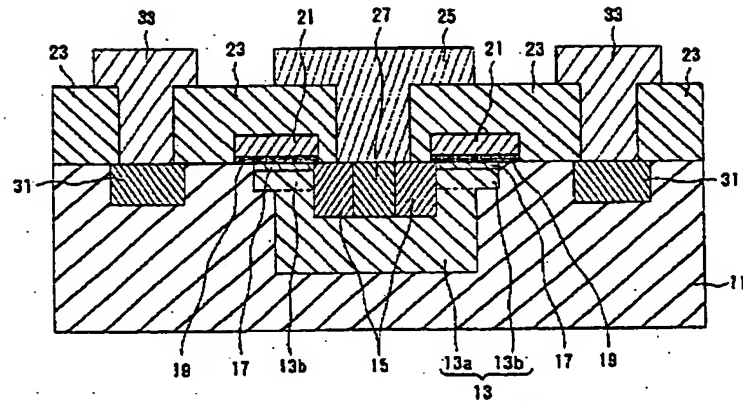
第1の実施例のFETの動作説明図

【図11】



膜層の説明図(その3)

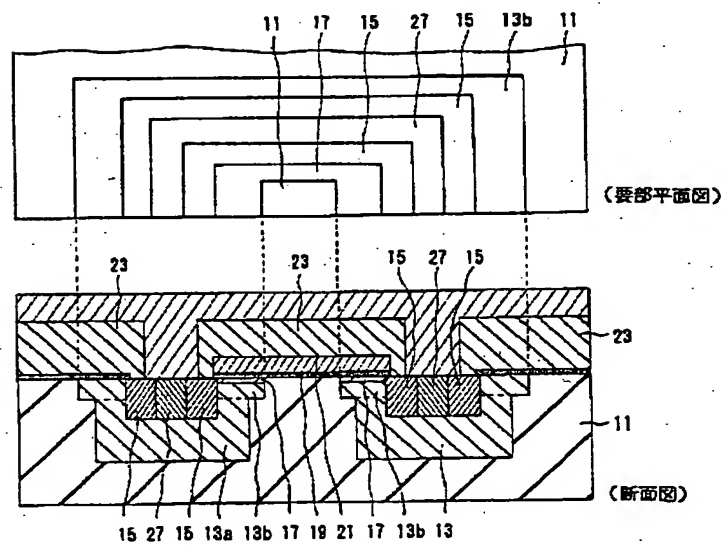
【図4】



31 : ドレイン領域    33 : ドレイン電極

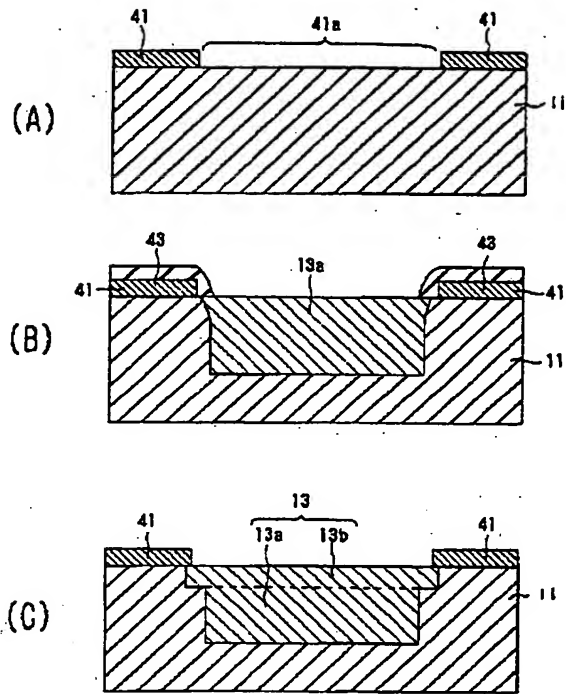
第2の実施例の説明図

【図5】



第3の実施例の説明に供する図

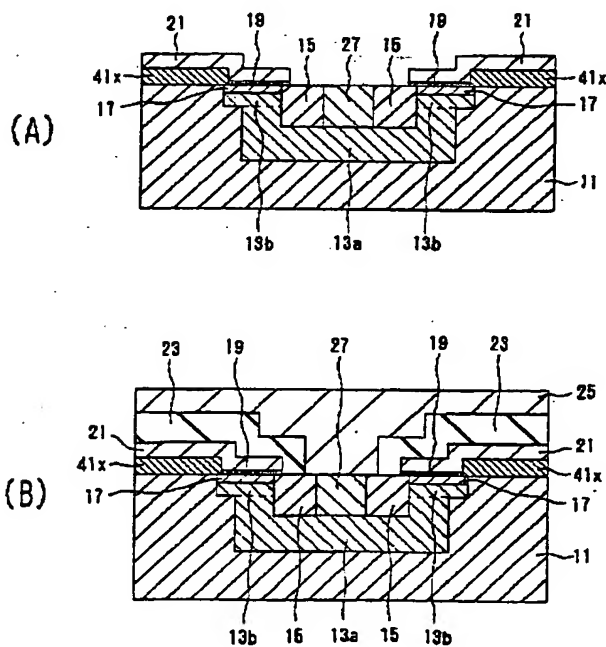
【図 6】



41: 拡散マスク    41a: 開口部    43: レジストパターン

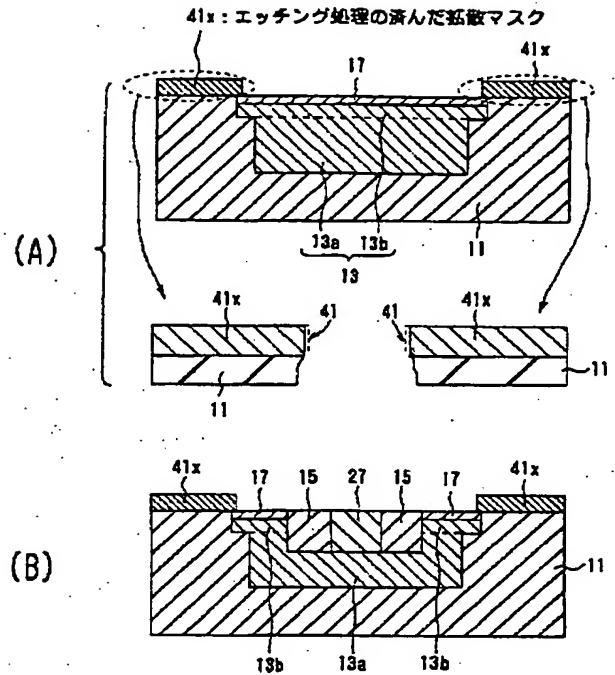
製造方法の実施例の説明に供する工程図 (その 1)

【図 8】



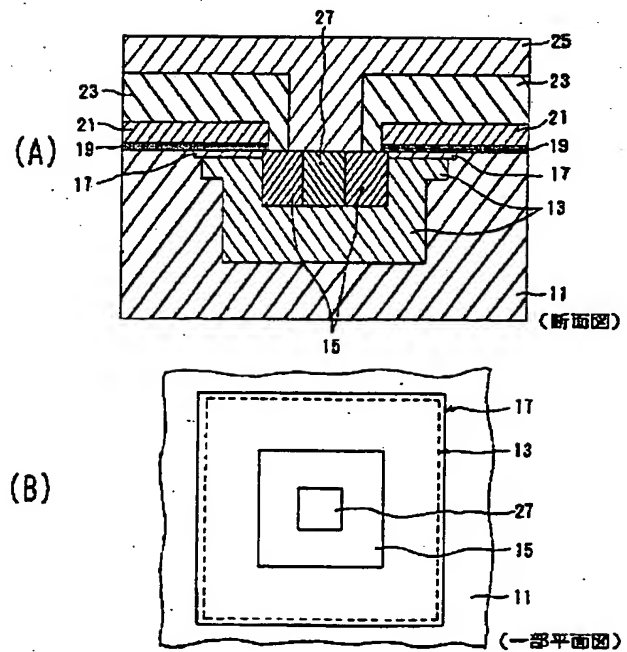
製造方法の実施例の説明に供する工程図 (その 3)

【図 7】



製造方法の実施例の説明に供する工程図 (その 2)

【図 9】



課題の説明図 (その 1)

(A)

